

NITRIDE SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT AND ITS MANUFACTURING METHOD

Publication number: JP2003309289

Publication date: 2003-10-31

Inventor: HATA TOSHIO; KIMURA HIROAKI

Applicant: SHARP KK

Classification:

- **international:** *H01L21/3065; H01L33/00; H01L21/02; H01L33/00;*
(IPC1-7): H01L33/00; H01L21/3065

- **european:**

Application number: JP20020113353 20020416

Priority number(s): JP20020113353 20020416

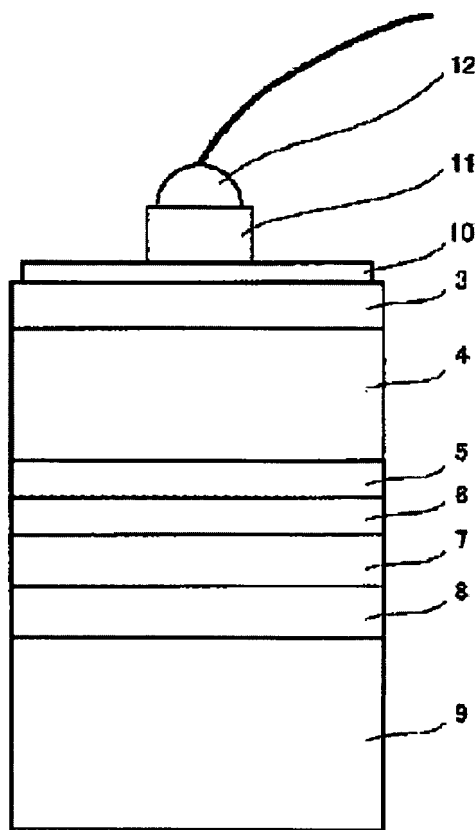
Report a data error here

Abstract of JP2003309289

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a nitride semiconductor light-emitting element which can control an etching quantity and which has a large light output and high reliability, and to provide a method for manufacturing the same.

SOLUTION: The nitride semiconductor light-emitting element comprises: a second conductivity-type nitride semiconductor layer 6; a light emitting layer 5; and a first conductivity-type nitride semiconductor layer 4, sequentially formed on a holding metal plate 9; and an etching marker layer 3 containing In and formed on the first conductivity-type nitride semiconductor layer.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-309289

(P2003-309289A)

(43) 公開日 平成15年10月31日 (2003. 10. 31)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 L 33/00

21/3065

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

21/302

テームト* (参考)

C 5 F 0 0 4

1 0 3 5 F 0 4 1

3 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2002-113353 (P2002-113353)

(22) 出願日 平成14年4月16日 (2002. 4. 16)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 幡 俊雄

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(72) 発明者 木村 大覚

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎

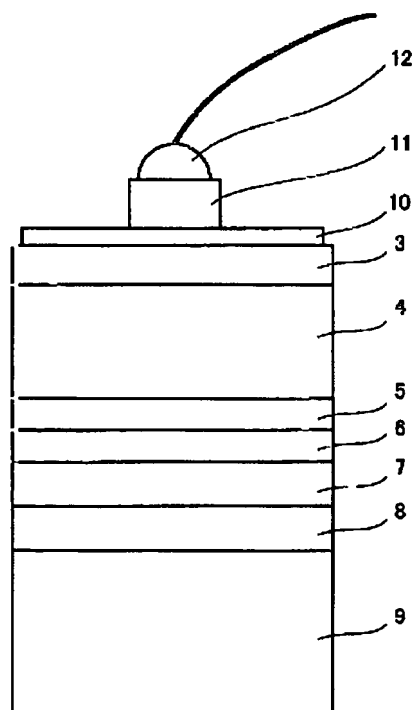
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 窒化物系半導体発光素子およびその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 エッチング量の制御を可能とし光出力が大きく信頼性の高い窒化物系化合物半導体発光素子およびその製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 保持用金属板9の上方に順次形成された第二導電型窒化物系半導体層6と発光層5と第一導電型窒化物系半導体層4とを含み、第一導電型窒化物系半導体層上に形成されたInを含むエッチングマーカー層3を含む窒化物系半導体発光素子であることを特徴としている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 保持用金属板の上方に順次形成された第二導電型窒化物系半導体層と発光層と第一導電型窒化物系半導体層とを含み、第一導電型窒化物系半導体層上に形成されたInを含むエッチングマーカ層を含むことを特徴とする窒化物系半導体発光素子。

【請求項2】 Inを含むエッチングマーカ層上に電極が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の窒化物系半導体発光素子。

【請求項3】 Inを含むエッチングマーカ層を一部除去することにより露出させた第一導電型窒化物系半導体層上に電極が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の窒化物系半導体発光素子。

【請求項4】 Inを含むエッチングマーカ層の材質がInN、InGaNまたはInGaAlNのいずれかであることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の窒化物系半導体発光素子。

【請求項5】 第一導電型窒化物系半導体層中のInを含むエッチングマーカ層に接する層がAlを含んでいることを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の窒化物系半導体発光素子。

【請求項6】 基板上にバッファ層、Inを含むエッチングマーカ層、第一導電型窒化物系半導体層、発光層、第二導電型窒化物系半導体層および保持用金属板を順次形成する工程と、基板およびバッファ層の少なくとも一部をエッチングして除去する際に少なくともInの信号を検出するまでエッチングを行なう工程とを含むことを特徴とする窒化物系半導体発光素子の製造方法。

【請求項7】 Inの信号を検出しなくなった後もエッチングを続行して、第一導電型窒化物系半導体層を露出させることを特徴とする請求項6に記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。

【請求項8】 バッファ層が高抵抗性または非導電性であることを特徴とする請求項6または7記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。

【請求項9】 バッファ層の材質がAlNまたはAlGaNであることを特徴とする請求項6から8のいずれかに記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。

【請求項10】 基板がSiからなることを特徴とする請求項6から9のいずれかに記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は青色領域から紫外光領域で発光可能な窒化物系半導体発光素子およびその製造方法に関し、特にエッチング量の制御を可能とし、光出力が大きく信頼性の高い窒化物系半導体発光素子およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、安価な窒化物系半導体発光素

子を提供するために、基板にSi（シリコン）を用いた種々の窒化物系半導体発光素子がされている。図11に基板にSiを用いた従来の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図を示す。

【0003】図11の窒化物系半導体発光素子は、Si基板500上に少なくともバッファ層400、下部クラッド層300、発光層200、上部クラッド層100が順次積層され、上部クラッド層100上にp型パッド電極600およびSi基板500の裏面にn型電極700が形成されている。

【0004】上述した従来の窒化物系半導体発光素子には以下の問題点があった。すなわち、発光層200から発生した光は、発光素子の上面、側面およびSi基板500側に放射され、Si基板500側に放射された光はSi基板500に入射する。しかし、Si基板500は発光層200からの光（ここでは短波長の光）を多く吸収するため、従来の窒化物系半導体発光素子では大きな光出力は期待することができなかった。

【0005】そこで、光を反射し、かつ電極としても用いることができる金属板をSi基板の代わりに用いるという方法が提案されている。しかし、金属板上に窒化物系半導体層を成長させることは困難であるという問題があった。また、導電性接着剤を用いて金属板と窒化物系半導体層とを接着させる方法では、導電性接着剤の放熱性が優れていないことから発光素子が早期に劣化してしまうという問題があった。

【0006】そこで、Si基板上にバッファ層、窒化物系半導体層を順次積層し窒化物系半導体層上に金属板を形成した後、Si基板およびバッファ層を除去して露出した窒化物系半導体層に電極を設ける方法が考えられる。特にバッファ層が高抵抗性または非導電性である場合にはバッファ層を除去する必要がある。しかし、Si基板はウエットエッチング法により選択的に除去することができるが、バッファ層については選択的に除去することが困難であった。

【0007】すなわち、バッファ層はウエットエッチング法ではほとんどエッチングされないため、ドライエッチング法が通常用いられているが、このドライエッチング法はウエットエッチング法のような選択性が見られないことから、エッチング量を制御することが困難である。一般的にはエッチング時間によりエッチング量を制御しているが、そのエッチング量の制御はいまだ困難となっている。

【0008】したがって、バッファ層のエッチング量が大きくなりすぎると、窒化物系半導体層までエッチングされ、この層の膜厚が薄くなることからこの層中で電流が十分に拡がらなくなり、発光素子の発光領域が狭くなって光出力の大きい発光素子が得られないという問題が生じていた。一方、エッチング量が小さすぎると、バッファ層が窒化物系半導体層上に残ることとなり、バッ

ァ層が高抵抗性または非導電性である場合には発光素子に電流の注入が困難となり動作電圧が高くなるため発光素子の信頼性が低下するという問題が生じていた。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記事情に鑑みて、本発明は、エッチング量の制御を可能とし、光出力の大きい窒化物系半導体発光素子およびその製造方法を提供することを目的とする。また、本発明は、発光素子の製造過程において、基板上に高抵抗性または非導電性のバッファ層を積層した場合にも信頼性の高い窒化物系半導体発光素子およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、保持用金属板の上方に順次形成された第二導電型窒化物系半導体層と発光層と第一導電型窒化物系半導体層とを含み、第一導電型窒化物系半導体層上に形成されたInを含むエッチングマーカー層を含む窒化物系半導体発光素子であることを特徴としている。

【0011】ここで、Inを含むエッチングマーカー層上に電極が形成されている窒化物系半導体発光素子またはInを含むエッチングマーカー層を一部除去することにより露出させた第一導電型窒化物系半導体層上に電極が形成されている窒化物系半導体発光素子であることが好ましい。

【0012】また、上記Inを含むエッチングマーカー層の材質がInN、InGaNまたはInGaAlNのいずれかであることが好ましい。

【0013】また、上記第一導電型窒化物系半導体層中のInを含むエッチングマーカー層に接する層がAlを含んでいることが好ましい。

【0014】また、本発明は、基板上にバッファ層、Inを含むエッチングマーカー層、第一導電型窒化物系半導体層、発光層、第二導電型窒化物系半導体層および保持用金属板を順次形成する工程と、基板およびバッファ層の少なくとも一部をエッチングして除去する際に少なくともInの信号を検出するまでエッチングを行なう工程とを含む窒化物系半導体発光素子の製造方法に関する。

【0015】ここで、上記製造方法においては、Inの信号を検出しなくなった後もエッチングを続行して、第一導電型窒化物系半導体層を露出させることが好ましい。

【0016】また、バッファ層が高抵抗性または非導電性であることが好ましく、バッファ層の材質がAlNまたはAlGaNであることが好ましい。

【0017】さらに、基板がSiからなることが好ましい。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

て説明する。

【0019】(基板) 本発明に用いられる基板の材質としては、従来から公知のもの、たとえばSi、GaAsまたはGaP等が用いられる。好適にはSiが用いられる。基板にSiを用いた場合には基板上にバッファ層を設置することによりバッファ層上に積層される窒化物系半導体層の結晶性を向上させることができる。また、大面積の基板が安価に入手できることから、大規模に発光素子を製造することができるため発光素子の製造コストが低減する。また、基板の加工も容易である。

【0020】(バッファ層) 本発明に用いられるバッファ層は基板上に積層される。バッファ層の材質としては、 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq x, 0 \leq y, x+y \leq 1$) で表わされる従来から公知の窒化物系半導体材料が用いられ得る。好適にはAlNまたはAlGaNが用いられる。バッファ層にAlNまたはAlGaNを用いた場合には、バッファ層にはInが含まれていないことから、ドライエッチング装置の終点検出装置にてInを含むエッチングマーカー層との区別を明確にすることができ、Inを含むエッチングマーカー層のエッチングマーカー層としての機能を十分に発揮することができる。また、バッファ層は導電性、高抵抗性または非導電性のいずれであってもよいが、バッファ層が高抵抗性または非導電性である場合には、Inを含むエッチングマーカー層の重要性が増す。

【0021】(Inを含むエッチングマーカー層) 本発明に用いられるInを含むエッチングマーカー層は、バッファ層上に積層される。Inを含むエッチングマーカー層の材質としては、 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 < x, 0 \leq y, x+y \leq 1$) で表わされる従来から公知の窒化物系半導体材料が用いられ得る。好適にはInN、InGaNまたはInAlGaNのいずれかであることが好ましい。また、Inの含有量はバッファ層および第一導電型窒化物系半導体層に比べて多い方がより好ましい。Inの含有量が多い場合には、エッチングマーカー層としての機能をより発揮することができる。

【0022】また、Inを含んでいることからこの層は軟質な層となる傾向があり、上記エッチングの際に発光層に及ぼすダメージを低減する。さらに、パッド電極にワイヤボンディングする際の発光層への機械的なダメージを低減する。したがって、この層を設置することにより発光層へのダメージの吸収層として機能するため発光素子の信頼性を向上させることができる。

【0023】なお、エッチングマーカー層とは、エッチング装置の終点検出装置にてInの信号を検出させる機能を有する層のことをいう。

【0024】(第一導電型窒化物系半導体層) 本発明に用いられる第一導電型窒化物系半導体層は、Inを含むエッチングマーカー層上に積層される。第一導電型窒化物系半導体層の材質としては、 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$

($0 \leq x$ 、 $0 \leq y$ 、 $x + y \leq 1$)で表わされる従来から公知の窒化物系半導体材料が用いられ得る。

【0025】ここで、第一導電型窒化物系半導体層は1層だけでなく、2層以上の窒化物系半導体層から構成されていてもよい。この場合には上記Inを含むエッチングマーカー層と接する層がAlを含んでいることが好ましい。エッチングがInを含むエッチングマーカー層からAlを含む第一導電型窒化物系半導体層に差し掛かったときにエッチングレートが急激に低減するため、エッチングの終了時点を明確に判断することができ、再現性よくAlを含む第一導電型窒化物系半導体層を露出させることができる。

【0026】また、この層にはn型ドーパントまたはp型ドーパントのいずれかがドーピングされる。

【0027】(発光層)本発明に用いられる発光層は、第一導電型窒化物系半導体層と第二導電型窒化物系半導体層との間に積層される。発光層としてはMQW(多重量子井戸)発光層、SQW(単一量子井戸)発光層のいずれを問わず用いられ得る。

【0028】(第二導電型窒化物系半導体層)本発明に用いられる第二導電型窒化物系半導体層としては、 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x$ 、 $0 \leq y$ 、 $x + y \leq 1$)で表わされる従来から公知の窒化物系半導体材料が用いられ得る。

【0029】また、第二導電型窒化物系半導体層も1層だけでなく、2層以上の窒化物系半導体層から構成することもできる。

【0030】また、この層にはn型ドーパントまたはp型ドーパントのいずれかがドーピングされるが、第一導電型窒化物系半導体層と異なる型のドーパントがドーピングされる。

【0031】(窒化物系半導体コンタクト層)第二導電型窒化物系半導体層上に窒化物系半導体コンタクト層を積層することができる。窒化物系半導体コンタクト層に用いられる材質としては、 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x$ 、 $0 \leq y$ 、 $x + y \leq 1$)で表わされる従来から公知の窒化物系半導体材料が用いられ得る。

【0032】また、この層にはn型ドーパントまたはp型ドーパントのいずれかがドーピングされるが、第二導電型窒化物系半導体層と同型のドーパントがドーピングされる。

【0033】また、上述したそれぞれの層の積層方法としては、従来から公知の方法を用いることができ、たとえばVPE法(気相エピタキシー法)、MOCVD法(有機金属気相成長法)、MBE法(分子線エピタキシー法)またはこれらの方法を組み合わせた方法等を用いることができる。

【0034】また、上述のn型ドーパントには従来から公知の材料を用いることができ、たとえばSi(シリコン)、O(酸素)、Cl(塩素)、S(硫黄)、C(炭

素)またはGe(ゲルマニウム)等が用いられ得る。

【0035】また、上述のp型ドーパントにも従来から公知の材料を用いることができ、たとえばMg(マグネシウム)、Zn(亜鉛)、Cd(カドミウム)またはBe(ベリリウム)等が用いられ得る。

【0036】(下地層)窒化物系半導体コンタクト層上に下地層を形成することができる。下地層の形成方法としては、従来から公知の方法を用いることができ、たとえば、蒸着法、CVD法(化学堆積法)、スパッタ法のいずれかまたは複数を用いて行なうことができる。

【0037】(保持用金属板)本発明に用いられる保持用金属板は、電極として用いられ、下地層上に形成される。保持用金属板の材質としては、従来から公知の金属を用いることができるが、Ni(ニッケル)またはAu(金)を主成分とする金属を用いることが好ましい。放熱性および導電性がともに良好となり、早期に劣化することがない信頼性の高い発光素子を作製することができる。

【0038】また、保持用金属板の形成方法としては、従来から公知の方法を用いることができ、たとえば、蒸着法、CVD法、スパッタ法、電解メッキ、無電解メッキ法のいずれかまたは複数を用いて行なうことができる。好適には電解メッキ法である。電解メッキ法を用いた場合には、短時間で容易に厚膜の保持用金属板を作製することができ、また電解メッキ法により作製された保持用金属板は、下地層との密着性が向上し剥がれが生じないことから、発光素子の信頼性の向上につながる傾向にある。

【0039】また、保持用金属板の厚さは $10\mu\text{m}$ 以上 2mm 以下であることが好ましい。保持用金属板の厚さが $10\mu\text{m}$ 以上であれば、上記基板を除去した場合でも発光素子の取り扱いが容易となり、 2mm より厚いと保持用金属板を分割、切断することが困難となる傾向にある。また、発光素子が大きくなりすぎる傾向にある。

【0040】(エッチング)基板のエッチング方法としては、従来から公知の方法、たとえばウェットエッチング法、ドライエッチング法またはこれらを組み合わせた方法等が用いられる。好適にはウェットエッチング法である。この場合には、バッファ層がエッチングストップ層として機能し、製造プロセスが容易となり製造コストを低減できる。また、基板がSiからなる場合に、エッチング液としてフッ化水素酸と硝酸と酢酸との混合液を用いると、Siからなる基板を選択的にエッチングすることができる。

【0041】バッファ層のエッチング方法としては、反応性イオンエッチング法、プラズマエッチング法等のドライエッチング法が用いられる。好適には反応性イオンエッチング法である。Inを含むエッチングマーカー層にエッチングが及んだ場合には、終点検出装置においてInが検出されることから、エッチングがInを含むエ

エッチングマーカー層に及んでいることを容易に判断することができ、エッチング量を容易に制御することができる。

【0042】したがって、エッチング量が大きくなりすぎて第一導電型窒化物系半導体層の膜厚が薄くなり、第一導電型窒化物系半導体層に電流が拡がらず発光素子の発光領域が小さくなるという問題、およびバッファ層が高抵抗性または非導電性である場合にエッチング量が小さくなりすぎてバッファ層が残り、発光素子が発光しないという問題が生じない。

【0043】また、Inを含むエッチングマーカー層についても、エッチングをすることができる。ここで、エッチング方法としては、バッファ層と同様のエッチング方法であることが好ましい。

【0044】さらに、上記エッチング時に、エッチングされるウエハとはほぼ同じ材質、膜厚で積層したダミーウエハを同時にエッチングすることにより、より精度の高いエッチング量の制御が可能となる。

【0045】また、ドライエッチング装置としては、終点検出装置を含む従来から公知の装置を用いることができる。ここで、終点検出装置の検出方法としては、発光分光分析法、反射光分析法、ガス分析法、レーザ干渉法、インピーダンス測定法、圧力測定法等が用いられる。好適には発光分光分析法である。発光分光分析法を用いた場合には、エッチングにより反応している系から直接高感度を得ることができる傾向にある。

【0046】(電極)本発明に用いられる電極は、Inを含むエッチングマーカー層上または第一導電型窒化物系半導体層上に形成される。

【0047】(パッド電極)電極上にパッド電極を形成することができる。パッド電極の材質としては、Au(金)が好適に用いられる。また、パッド電極上にAu等からなるワイヤをボンディングすることができる。

【0048】上記電極およびパッド電極の形成方法としては、従来から公知の方法を用いることができ、たとえば、蒸着法、CVD法、スパッタ法のいずれかまたは複数をを用いて行なうことができる。

【0049】

【実施例】以下、実施例を用いて、本発明をより詳細に説明する。

【0050】(実施例1)図1に本実施例の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図を示す。本実施例の窒化物系半導体発光素子は、保持用金属板9上に順次設置された下地層8、窒化物系半導体コンタクト層7、第二導電型窒化物系半導体層6、MQW発光層5、第一導電型窒化物系半導体層4、Inを含むエッチングマーカー層3、電極10、パッド電極11およびAuワイヤ12により構成されている。

【0051】以下、本実施例の窒化物系半導体発光素子の作製工程を図2から図6を用いて説明する。

【0052】まず、成長装置内にSiからなる基板1をセットし、MOCVD成長法を用いて、図2に示すように、基板1上にAlNからなるバッファ層2を厚さ200nm、n型In_{0.2}Ga_{0.8}NからなるInを含むエッチングマーカー層3を厚さ100nm、n型GaNからなる第一導電型窒化物系半導体層4を厚さ400nm、MQW発光層5を厚さ50nm、p型Al_{0.2}Ga_{0.8}Nからなる第二導電型窒化物系半導体層6を厚さ10nm、p型GaNからなる窒化物系半導体コンタクト層7を厚さ200nmに順次積層したウエハを形成する。

【0053】次に、成長装置からウエハを取り出し、蒸着法を用いて、図3に示すように、窒化物系半導体コンタクト層7上に下地層8としてPdを厚さ50nm、Auを厚さ100nmに形成し、その上に保持用金属板9として電解メッキ法によりNiを厚さ30μmに形成する。

【0054】次に、図4に示すように、フッ酸系エッチング液を用いたウエットエッチング法により基板1を除去し、バッファ層2を露出させる。

【0055】次に、図5に示すように、塩素ガスを用いたドライエッチング法、ここでは反応性イオンエッチング法によりバッファ層2を除去し、Inを含むエッチングマーカー層3を露出させる。ここで、完全にInを含むエッチングマーカー層3を露出させるために、ドライエッチング装置の終点検出装置にてInの信号を検出してから20秒間エッチングを継続する。Inを含むエッチングマーカー層3が完全に露出された状態でドライエッチングを完了する。なお、終点検出方法としては発光分光分析法を用いた。

【0056】次に、図6に示すように、蒸着法を用いて、発光面となるInを含むエッチングマーカー層3上に電極10として、一辺が150μm角の略四角形状にTiを厚さ5nmに、Alを厚さ5nmに形成し、その上にパッド電極11としてAuを厚さ0.5μm形成する。

【0057】その後、ウエハを一辺が350μm角の略四角形状に分割し、保持用金属板9側をリードフレームのカップ底部にマウントし、パッド電極11上にAuワイヤ12をボンディングする。

【0058】上述のようにして得られた本実施例の窒化物系半導体発光素子は、AlNからなるバッファ層2とn型GaNからなる第一導電型窒化物系半導体層4との間にInを含むエッチングマーカー層3を形成することにより、終点検出装置にてInを明確に検出することができるため、非導電性であるバッファ層2のエッチング量を容易に制御することができる。

【0059】したがって、本実施例では光出力が大きく信頼性の高い窒化物系半導体発光素子を得ることができる。

【0060】(実施例2)図7に本実施例の窒化物系半

導体発光素子の模式的な断面図を示す。本実施例の窒化物系半導体発光素子は、保持用金属板29上に順次設置された下地層28、窒化物系半導体コンタクト層27、第二導電型窒化物系半導体層26、MQW発光層25、第一導電型窒化物系半導体層24、Inを含むエッチングマーカー層23、電極210、パッド電極211およびAuワイヤ212により構成されている。

【0061】ここで、本実施例においてはInを含むエッチングマーカー層23がGaを含まないInNにより構成されていることにより、エッチングマーカー層としての機能がより発揮されることを特徴としている。

【0062】以下、本実施例の窒化物系半導体発光素子の作製工程を説明する。まず、図8に示すように、Siからなる基板21上にAlNからなるバッファ層22を厚さ150nm、n型InNからなるInを含むエッチングマーカー層23を厚さ50nm、n型GaNからなる第一導電型窒化物系半導体層24を厚さ500nm、MQW発光層25を厚さ40nm、p型 $Al_{0.2}Ga_{0.8}N$ からなる第二導電型窒化物系半導体層26を厚さ5nm、p型GaNからなる窒化物系半導体コンタクト層27を厚さ150nmに順次積層したウエハを形成する。

【0063】次に、蒸着法により窒化物系半導体コンタクト層27上に下地層28としてPdを厚さ30nmに形成し、その上に保持用金属板29として電解メッキ法によりAuを厚さ100 μ mに形成する。

【0064】次に、通常の写真工程を用いて、フッ酸系エッチング液により基板21を除去し、バッファ層22を露出させる。

【0065】次に、塩素ガスを用いたドライエッチング法、ここでは反応性イオンエッチング法によりバッファ層22を除去し、Inを含むエッチングマーカー層23を露出させる。ここで、完全にInを含むエッチングマーカー層23を露出させるために、ドライエッチング装置の終点検出装置にてInの信号を検出してから20秒間エッチングを持続する。Inを含むエッチングマーカー層23が完全に露出された状態でエッチングを完了する。

【0066】次に、蒸着法を用いて、発光面となるInを含むエッチングマーカー層23上に電極210として、一辺が90 μ m角の略四角形状にTiを厚さ5nmに形成し、その上にパッド電極211としてAuを厚さ0.5 μ m形成する。

【0067】その後、ウエハを一辺が350 μ m角の略四角形状に分割し、保持用金属板29側をリードフレームのカップ底部にマウントし、パッド電極211上にAuワイヤ212をボンディングする。

【0068】上述のようにして得られた本実施例の窒化物系半導体発光素子は、AlNからなるバッファ層22とn型GaNからなる第一導電型窒化物系半導体層24との間にGaを含まないInNからなるInを含むエッ

チングマーカー層23を形成することにより、終点検出装置にてInを明確に検出することができるため、実施例1よりもさらに容易に、非導電性であるバッファ層22のエッチング量を制御することができる。

【0069】したがって、本実施例では、実施例1よりも信頼性の高い窒化物系半導体発光素子を得ることができる。

【0070】(実施例3)図9に本実施例の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図を示す。本実施例の窒化物系半導体発光素子は、保持用金属板39上に設置された下地層38、窒化物系半導体コンタクト層37、第二導電型窒化物系半導体層36、MQW発光層35、第一導電型窒化物系半導体層34、Alを含む第一導電型窒化物系半導体層341、Inを含むエッチングマーカー層33、バッファ層32、電極310、パッド電極311およびAuワイヤ312により構成されている。

【0071】ここで、本実施例においてはバッファ層32およびInを含むエッチングマーカー層33の一部がエッチングされており、それによって露出したAlを含む第一導電型窒化物系半導体層341上に電極310が形成されることを特徴としている。

【0072】以下、本実施例の窒化物系半導体発光素子の作製工程を説明する。まず、Siからなる基板(図示せず)上にAlNからなるバッファ層32を厚さ200nm、n型 $In_{0.3}Ga_{0.7}N$ からなるInを含むエッチングマーカー層33を厚さ100nm、n型 $Al_{0.1}Ga_{0.9}N$ からなるAlを含む第一導電型窒化物系半導体層341を厚さ100nm、n型GaNからなる第一導電型窒化物系半導体層34を厚さ400nm、MQW発光層35を厚さ40nm、p型 $Al_{0.1}Ga_{0.9}N$ からなる第二導電型窒化物系半導体層36を厚さ5nm、p型GaNからなる窒化物系半導体コンタクト層37を厚さ150nmに順次積層したウエハを形成する。

【0073】次に、蒸着法を用いて、窒化物系半導体コンタクト層37上に下地層38としてPdを厚さ30nm形成し、その上に電解メッキ法により保持用金属板39としてNiを厚さ80 μ mに形成する。

【0074】次に、通常の写真工程を用いて、上記基板(図示せず)を全面にわたりフッ酸系エッチング液を用いて除去し、バッファ層32を露出させる。

【0075】次に、主たる発光面のほぼ中心に電極38を形成するために、塩素ガスを用いた反応性イオンエッチング法によりバッファ層32およびInを含むエッチングマーカー層33をエッチングする。ここで、完全にInを含むエッチングマーカー層33を露出させるために、ドライエッチング装置の終点検出装置にてInの信号を検出してから20秒間エッチングを持続する。次にInを含むエッチングマーカー層33が完全に露出してもさらにエッチングを継続し、ドライエッチング装置の終点検出装置にてInの信号を検出してから完全にIn

の信号がなくなるまでエッチングを行ない、Alを含む第一導電型窒化物系半導体層341を露出させる。

【0076】次に、蒸着法を用いて、Alを含む第一導電型窒化物系半導体層341の露出面上に電極310としてTiを厚さ5nmに、Alを厚さ5nmに形成し、その上にパッド電極311としてAuを厚さ0.6μm形成する。

【0077】その後、ウエハを一辺が300μm角の略四角形状に分割し、保持用金属板39側をリードフレームのカップ底部にマウントし、パッド電極311上にAuワイヤ312をボンディングする。

【0078】上述のようにして得られた本実施例の窒化物系半導体発光素子は、AlNからなるバッファ層32とn型Al_{0.1}Ga_{0.9}NからなるAlを含む第一導電型窒化物系半導体層341との間にInを含むエッチングマーカー層33を形成することにより、終点検出装置にてInを明確に検出することができるため、再現性よくAlを含む第一導電型窒化物系半導体層341を露出させることができる。

【0079】なお、本実施例の窒化物系半導体発光素子においては、電極310がAlを含む第一導電型窒化物系半導体層341上にコンタクトしているため、Inを含むエッチングマーカー層33はn型の導電性を有している必要はなく、高抵抗性、非導電性またはp型の導電性を有していてもよい。

【0080】(実施例4)図10に本実施例の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図を示す。本実施例の窒化物系半導体発光素子は、保持用金属板49上に設置された下地層48、窒化物系半導体コンタクト層47、第二導電型窒化物系半導体層46、MQW発光層45、第一導電型窒化物系半導体層44、Alを含む第一導電型窒化物系半導体層441、Inを含むエッチングマーカー層43、バッファ層42、電極410、パッド電極411およびAuワイヤ412により構成されている。

【0081】ここで、本実施例においてはバッファ層42およびInを含むエッチングマーカー層43の一部がエッチングされており、そのエッチングがInを含むエッチングマーカー層43の途中で終了されており、そのエッチング終了後に、Inを含むエッチングマーカー層43上に電極410が形成されることを特徴としている。

【0082】以下、本実施例の窒化物系半導体発光素子の作製工程を説明する。まず、Siからなる基板(図示せず)上にAlNからなるバッファ層42を厚さ200nm、n型In_{0.3}Ga_{0.7}NからなるInを含むエッチングマーカー層43を厚さ100nm、n型Al_{0.15}Ga_{0.85}NからなるAlを含む第一導電型窒化物系半導体層441を厚さ100nm、n型GaNからなる第一導電型窒化物系半導体層44を厚さ300nm、MQW発光層45を厚さ40nm、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nから

なる第二導電型窒化物系半導体層46を厚さ5nm、p型GaNからなる窒化物系半導体コンタクト層47を厚さ150nmに順次積層したウエハを形成する。

【0083】次に、蒸着法を用いて、窒化物系半導体コンタクト層47上に下地層48としてPdを厚さ30nm、Auを厚さ200nmに形成し、その上に電解メッキ法により保持用金属板49としてNiを厚さ80μmに形成する。

【0084】次に、通常的光工程を用いて、上記基板(図示せず)を全面にわたりフッ酸系エッチング液を用いて除去し、バッファ層42を露出させる。

【0085】次に、主たる発光面のほぼ中心に電極410を形成するために、塩素ガスを用いたドライエッチング法、ここでは反応性イオンエッチング法によりバッファ層42およびInを含むエッチングマーカー層43を一部除去する。ここで、ドライエッチング装置の終点検出装置にてInの信号を検出し、Inを含むエッチングマーカー層43を露出させた状態でエッチングを終了する。

【0086】次に、図10に示すように、主たる発光面のほぼ中心に露出されたInを含むエッチングマーカー層43上に、蒸着法を用いて、電極410としてHfを厚さ3nmに、Alを厚さ200nm、Tiを厚さ50nmに形成し、その上にパッド電極411としてAuを厚さ0.6μm形成する。

【0087】その後、ウエハを一辺が300μm角の略四角形状に分割し、保持用金属板49側をリードフレームのカップ底部にマウントし、パッド電極411上にAuワイヤ412をボンディングする。

【0088】上述のようにして得られた本実施例の窒化物系半導体発光素子は、Inを含むエッチングマーカー層43のエッチングを途中で終了させる。したがって、軟質な層であるInを含むエッチングマーカー層43によって、上記エッチングの際に生じるMQW発光層45へのダメージを低減することができるだけでなく、Inを含むエッチングマーカー層43上に良好なオーミック性を持つ電極410を形成する際の歪等から生じるMQW発光層45への機械的なダメージを低減することができる。

【0089】したがって、本実施例においても、発光する信頼性の高い窒化物系半導体発光素子を得ることができる。

【0090】今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0091】

【発明の効果】上述したように、本発明によれば、エッ

チング量を容易に制御することができるため、発光領域が広く光出力が大きい信頼性の高い窒化物系半導体発光素子を提供することができる。また、基板上に高抵抗性または非導電性のバッファ層を積層した場合にも信頼性の高い窒化物系半導体発光素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例1の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図2】 製造途中の実施例1の窒化物系半導体発光素子の模式的な概念図である。

【図3】 製造途中の実施例1の窒化物系半導体発光素子の模式的な概念図である。

【図4】 製造途中の実施例1の窒化物系半導体発光素子の模式的な概念図である。

【図5】 製造途中の実施例1の窒化物系半導体発光素子の模式的な概念図である。

【図6】 製造途中の実施例1の窒化物系半導体発光素子の模式的な概念図である。

【図7】 実施例2の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図8】 基板を除去する前の実施例2の窒化物系半導

体発光素子の模式的な断面図である。

【図9】 実施例3の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

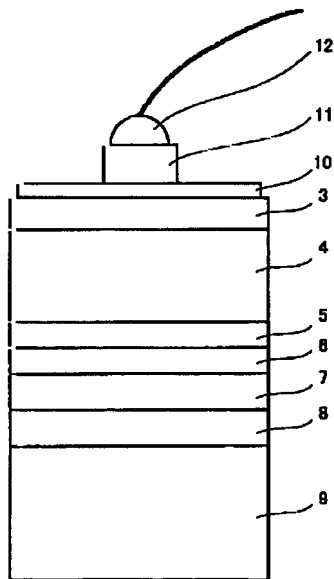
【図10】 実施例4の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図11】 基板にSiを用いた従来の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

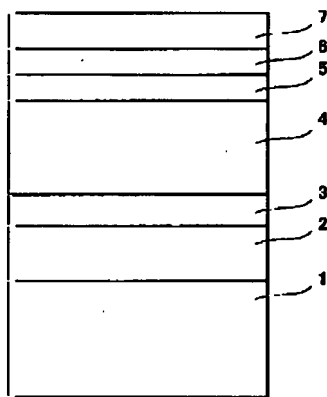
【符号の説明】

1, 21 基板、2, 22, 32, 42 バッファ層、3, 23, 33, 43 Inを含むエッチングマーカー層、4, 24, 34, 44 第一導電型窒化物系半導体層、5, 25, 35, 45 MQW発光層、6, 26, 36, 46 第二導電型窒化物系半導体層、7, 27, 37, 47 窒化物系半導体コンタクト層、8, 28, 38, 48 下地層、9, 29, 39, 49 保持用金属板、10, 210, 310, 410電極、11, 211, 311, 411 パッド電極、12, 212, 312, 412Auワイヤ、341, 441 Alを含む第一導電型窒化物系半導体層、100 上部クラッド層、200 発光層、300 下部クラッド層、400 バッファ層、500 Si基板、600 p型パッド電極、700 n型電極。

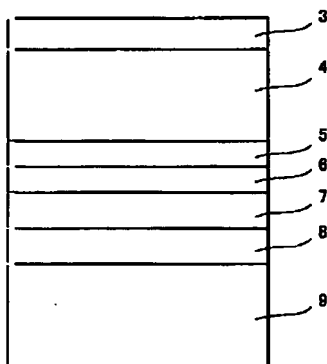
【図1】



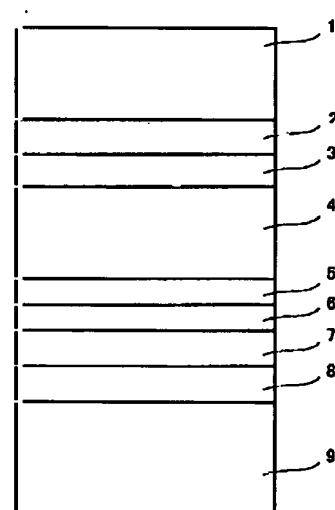
【図2】



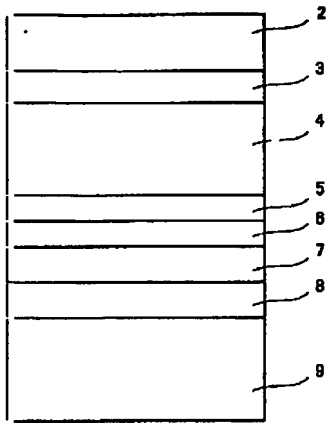
【図5】



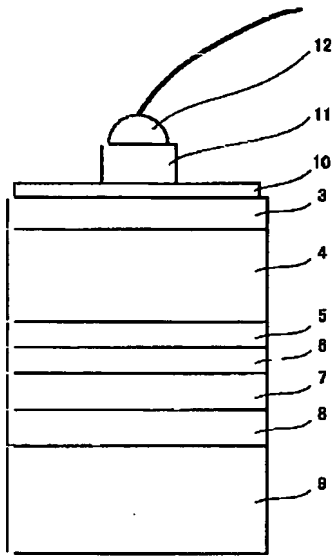
【図3】



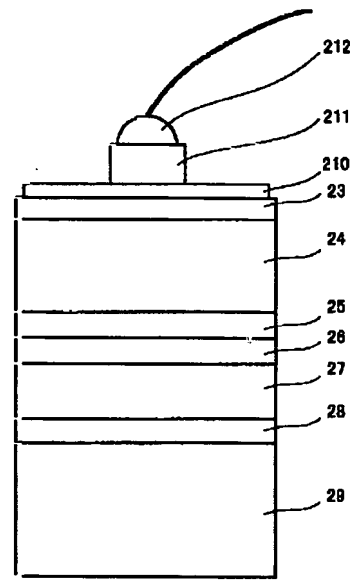
【图4】



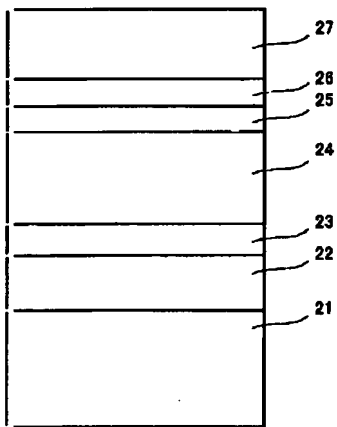
【图6】



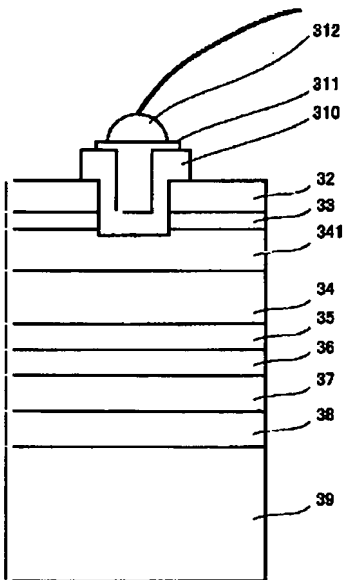
【图7】



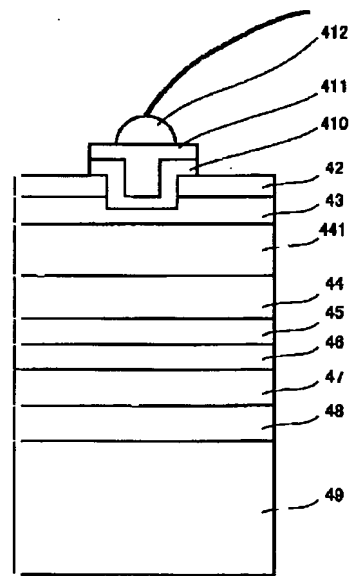
【图8】



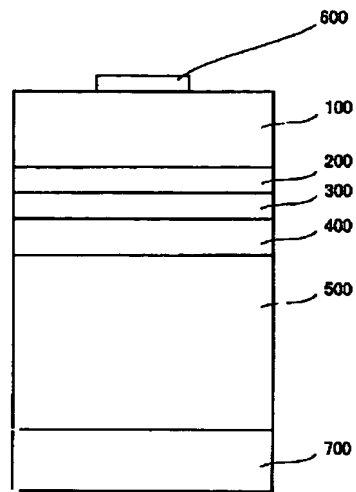
【图9】



【图10】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F004 AA02 CB15 CB18 DB19
5F041 AA03 AA04 AA40 AA43 CA04
CA05 CA12 CA34 CA40 CA46
CA65 CA74 CA77 CA83 CA91
CA98 CB15 CB36 DA16